TECHNOLOGIES *Saint-Laurent*

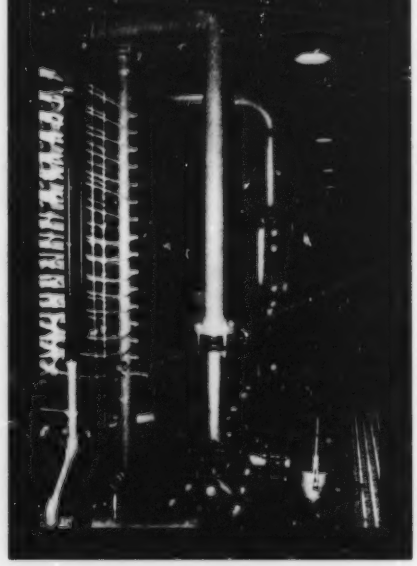
RÉSUMÉ

L'implantation de la technologie d'ultrafiltration chez Papier Kingsey Falls de Cascades inc. (PKF) en collaboration avec le Service Environnement et le Centre de Recherche et Développement de Cascades inc. et les Entreprises Denis Darveau inc., a permis de constater l'absence d'effets à court terme sur le procédé, les équipements de fabrication du carton et la qualité de celui-ci. Les effets du fonctionnement du procédé de fabrication en circuit fermé ont été étudiés et les paramètres d'intégration de l'unité d'ultrafiltration ont été adaptés en fonction de l'équipement utilisé. Il a fallu d'autre part tester diverses méthodes et solutions de lavage de l'unité.

Le fonctionnement de l'unité d'ultrafiltration à l'usine PKF a permis une réduction de la consommation d'eau et par conséquent du volume d'effluent rejeté (0 à 2,2 m^3/t.m. de produit fabriqué). Il s'ensuit donc des économies au chapitre des coûts de traitement des eaux. Des pertes moindres de fibres ainsi qu'une diminution de la consommation énergétique sont aussi envisageables.

EAUX USÉES INDUSTRIELLES

DÉMONSTRATION D'UNE TECHNOLOGIE D'ULTRAFILTRATION DANS LE DOMAINE DES PÂTES ET PAPIERS



POINTS SAILLANTS

- **Technologie**
  - Filtration membranaire par ultrafiltration
  - Adaptation de la technologie au domaine des pâtes et papiers
  - Mise au point d'une utilisation optimale de l'eau ultrafiltrée pour permettre la fermeture de circuits d'eau
- **Environnement**
  - Fermeture de circuits d'eaux de procédé
  - Diminution de la consommation d'eau
  - Diminution de la consommation énergétique
- **Économie**
  - Utilisation plus rationnelle des matières premières (fibres et eau)
  - Diminution des coûts énergétiques et de traitement des eaux
  - Ouverture du marché de l'ultrafiltration dans le secteur des pâtes et papiers

Saint-Laurent Vision 2000

Environnement Canada Protection Région du Québec

Environment Canada Protection Québec Region

Cascades

Darv-Eau Industriel inc.

Développement économique Canada

Canada Economic Development

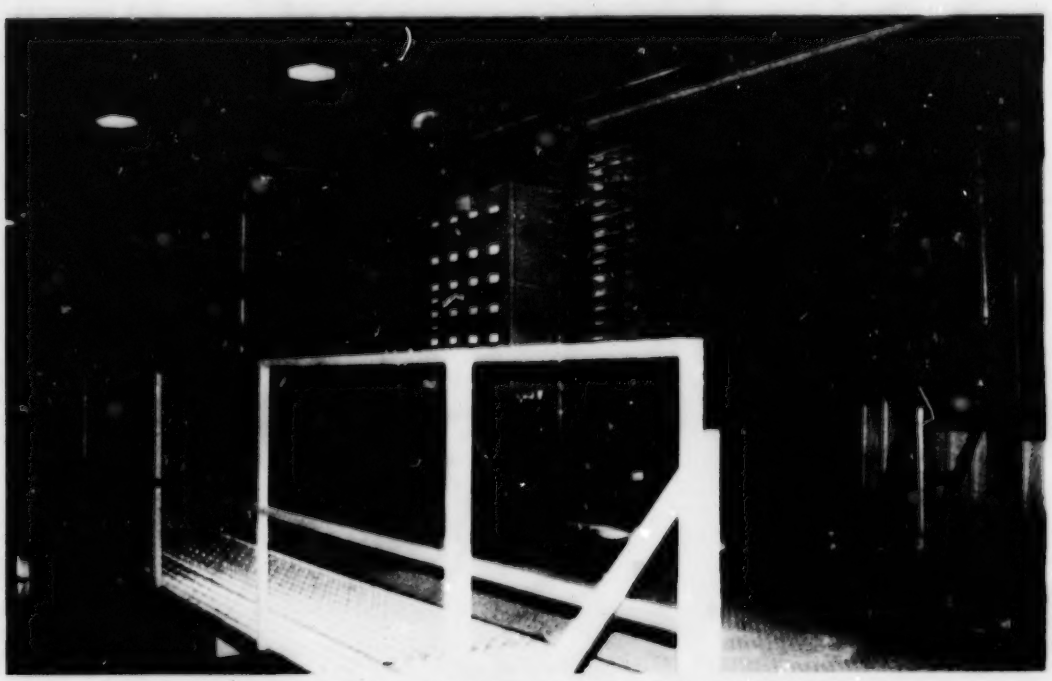
PROBLÉMATIQUE

La diminution de la consommation d'eau par les fabriques de pâtes et papiers est un défi de taille. La recirculation des eaux de procédé traitées est une avenue possible. Pour que les eaux de procédé soient réutilisables, elles doivent être traitées à l'interne ou à l'externe et débarrassées en partie des matières en suspension (MES) dissoutes qui les caractérisent et qui peuvent être dommageables pour les équipements et nuire aux opérations et à la qualité des produits fabriqués. La réutilisation des eaux de procédé traitées permet de remplacer une partie de l'eau fraîche utilisée dans le procédé.

TECHNOLOGIE

Le projet visait l'adaptation d'une technologie d'ultrafiltration pour permettre la fermeture de circuits d'eaux à l'usine PKF de Cascades inc. L'unité d'ultrafiltration est alimentée par les eaux blanches en excès, auparavant dirigées vers les installations de traitement des eaux de procédé de Cascades inc. Le principe de l'ultrafiltration utilisée est simple : il s'agit d'une filtration membranaire à écoulement tangentiel. L'unité construite par les Entreprises Denis Darveau inc. est équipée de membranes tubulaires de Koch Membrane Systems inc. ayant les pores de 0,01 micron. Le perméat ayant passé à travers les membranes est acheminé dans un cuvier et recyclé dans le procédé. L'eau n'ayant pas passé à travers, qu'on appelle le concentré, est retournée au cuvier d'eaux blanches.

Le fonctionnement de l'unité d'ultrafiltration a été optimisé pour favoriser son intégration au procédé de PKF. L'eau ultrafiltrée est envoyée directement dans le cuvier d'eau fraîche de l'usine. Le perméat est utilisé pour le scellement des pompes, les douches des feutres et le système d'humidification AQUATROL.



RÉSULTATS

Optimisation de l'opération de l'unité d'ultrafiltration et des solutions de nettoyage

L'intégration d'une unité d'ultrafiltration au procédé de l'usine PKF a été faite de façon à optimiser son fonctionnement et l'utilisation du perméat (voir tableau 1).

Notons que le taux de récupération de l'unité en eau ultrafiltrée est adapté aux besoins de l'usine PKF, de manière à maximiser le débit du perméat produit et à utiliser celui-ci au lieu d'eaux fraîches. En maintenant le concentré à un taux de concentration plus faible dans le cuvier d'eaux blanches, le temps de fonctionnement de l'unité avec un débit élevé de perméat est optimal. Ceci explique le taux de récupération de 30 à 40 %, à première vue faible pour un système à membranes tubulaires dont le rendement peut atteindre 90 % et plus. Différents produits utilisés à l'usine PKF (colorants, agent d'encollage et un type d'amidon) étant des agents de colmatage potentiel, l'usage de l'unité d'ultrafiltration est alors restreint lorsque ces produits sont utilisés. Des recherches se poursuivent pour trouver des solutions de lavage appropriées. L'unité d'ultrafiltration fonctionne en général pendant 3 à 5 jours (72 à 120 h) avant d'effectuer un lavage des membranes.

Diverses méthodes de lavage chimique et une méthode de nettoyage mécanique de l'unité ont été utilisées. La méthode chimique, combinée à la méthode mécanique, qui a donné les meilleurs résultats est un mélange d'une solution alcaline et d'un agent chélatant. Également, de bons résultats ont été obtenus par un trempage dans une solution acide. L'optimisation des temps de trempage permettra de diminuer la fréquence des lavages. D'autres produits chimiques sont utilisés selon les besoins. Aussi à l'occasion, en cas d'accumulation de composés inorganiques (p. ex., calcium, fer), une solution acide est utilisée. Le nettoyage mécanique est fait à l'aide d'une centaine de balles spongieuses qui agissent telles des brosses sur les parois des membranes.

Évaluation des impacts liés à l'utilisation du perméat sur le procédé et les équipements de fabrication de carton

La caractérisation des eaux de procédé et l'établissement d'un bilan informatisé ont permis de déterminer les effets du fonctionnement de l'unité d'ultrafiltration sur le procédé de fabrication du carton. Lors de fonctionnement en circuit fermé, c'est-à-dire sans production d'effluent, les principales conséquences étaient l'augmentation de la teneur en solides dissous et en certains métaux dans les eaux blanches. L'efficacité de l'unité d'ultrafiltration pour l'enlèvement des MES dépasse 97 %. De plus, lorsque l'unité d'ultrafiltration fonctionnait, le débit de l'effluent de l'usine était significativement réduit et variait d'un effluent 0 à 2,2 m^3/t.m. de produit, et cela par rapport à un effluent habituel de 3,3 m^3/t.m. L'utilisation de l'eau ultrafiltrée pour les douches des feutres de la machine à carton n'a produit aucun colmatage et n'a pas réduit la pression des douches. De plus, aucune usure prématurée des feutres n'a été observée. Des essais ont été effectués en laboratoire sur l'utilisation du perméat au lieu d'une eau fraîche pour la préparation de la bentonite et pour la dilution d'un polymère et d'un coagulant utilisé chez PKF. Des résultats positifs ont été enregistrés pour ce qui est de la préparation de la bentonite. Des essais en usine seront conduits pour tirer des conclusions définitives. Enfin, un suivi des tests de qualité du carton produit avant et après la mise en marche de l'unité d'ultrafiltration a été effectué. Or, jusqu'à maintenant, peu de variations des caractéristiques du carton ont été enregistrées par rapport aux normes de qualité de l'usine PKF. Les faibles variations ont été attribuées à des variations de la matière première.

TABLEAU 1.
PARAMÈTRES D'OPÉRATION DE L'UNITÉ D'ULTRAFILTRATION

Eaux d'alimentation	Eaux blanches
Température moyenne	44 °C
Q alimentation	300 GUSPM
Q perméat max	125 GUSPM
Q concentré min	175 GUSPM
Taux de récupération	30-40 %
Pression entrée optimale	85 psi
Pression sortie optimale	26 psi
Temps de colmatage	72 à 120 h

OBJECTIFS DU PROJET

1. Vérifier l'adaptation technologique d'une unité d'ultrafiltration pour la fermeture de circuits d'eaux de procédé d'une usine de carton multicouche à base de fibres recyclées.

2. Déterminer les paramètres d'opération d'une unité d'ultrafiltration des eaux de procédé de cette usine.

3. Caractériser les eaux de procédé avant et après la mise en service de l'ultrafiltration.

4. Établir les bilans d'utilisation d'eau fraîche et d'eaux de procédé à l'usine PKF avant et après l'installation de l'unité d'ultrafiltration.

5. Déterminer les effets de la fermeture de circuits d'eaux de procédé sur le fonctionnement de l'usine, la machine à carton et la qualité du produit fabriqué attribuables au remplacement de l'eau fraîche par de l'eau ultrafiltrée.

6. Dégager les connaissances nécessaires pour promouvoir la technologie d'ultrafiltration d'eaux de procédé.

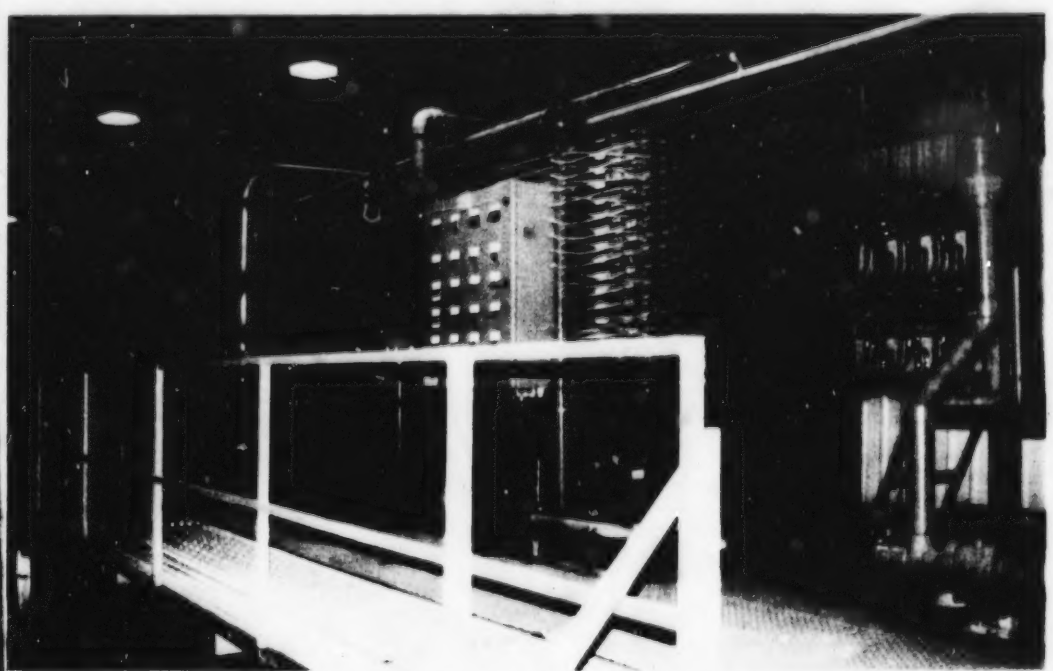
PROBLÉMATIQUE

La diminution de la consommation d'eau par les fabriques de pâtes et papiers est un défi de taille. La recirculation des eaux de procédé traitées est une avenue possible. Pour que les eaux de procédé soient réutilisables, elles doivent être traitées à l'interne ou à l'externe et débarrassées en partie des matières en suspension (MES) dissoutes qui les caractérisent et qui peuvent être dommageables pour les équipements et nuire aux opérations et à la qualité des produits fabriqués. La réutilisation des eaux de procédé traitées permet de remplacer une partie de l'eau fraîche utilisée dans le procédé.

TECHNOLOGIE

Le projet visait l'adaptation d'une technologie d'ultrafiltration pour permettre la fermeture de circuits d'eaux à l'usine PKF de Cascades inc. L'unité d'ultrafiltration est alimentée par les eaux blanches en excès, auparavant dirigées vers les installations de traitement des eaux de procédé de Cascades inc. Le principe de l'ultrafiltration utilisée est simple : il s'agit d'une filtration membranaire à écoulement tangentiel. L'unité construite par les Entreprises Denis Darveau inc. est équipée de membranes tubulaires de Koch Membrane Systems inc. ayant les pores de 0,01 micron. Le perméat ayant passé à travers les membranes est acheminé dans un cuvier et recyclé dans le procédé. L'eau n'ayant pas passé à travers, qu'on appelle le concentré, est retournée au cuvier d'eaux blanches.

Le fonctionnement de l'unité d'ultrafiltration a été optimisé pour favoriser son intégration au procédé de PKF. L'eau ultrafiltrée est envoyée directement dans le cuvier d'eau fraîche de l'usine. Le perméat est utilisé pour le scellement des pompes, les douches des feutres et le système d'humidification AQUATROL.



RÉSULTATS

Optimisation de l'opération de l'unité d'ultrafiltration et des solutions de nettoyage

L'intégration d'une unité d'ultrafiltration au procédé de l'usine PKF a été faite de façon à optimiser son fonctionnement et l'utilisation du perméat (voir tableau 1).

Notons que le taux de récupération de l'unité en eau ultrafiltrée est adapté aux besoins de l'usine PKF, de manière à maximiser le débit du perméat produit et à utiliser celui-ci au lieu d'eaux fraîches. En maintenant le concentré à un taux de concentration plus faible dans le cuvier d'eaux blanches, le temps de fonctionnement de l'unité avec un débit élevé de perméat est optimal. Ceci explique le taux de récupération de 30 à 40 %, à première vue faible pour un système à membranes tubulaires dont le rendement peut atteindre 90 % et plus. Différents produits utilisés à l'usine PKF (colorants, agent d'encollage et un type d'amidon) étant des agents de colmatage potentiel, l'usage de l'unité d'ultrafiltration est alors restreint lorsque ces produits sont utilisés. Des recherches se poursuivent pour trouver des solutions de lavage appropriées. L'unité d'ultrafiltration fonctionne en général pendant 3 à 5 jours (72 à 120 h) avant d'effectuer un lavage des membranes.

Diverses méthodes de lavage chimique et une méthode de nettoyage mécanique de l'unité ont été utilisées. La méthode chimique, combinée à la méthode mécanique, qui a donné les meilleurs résultats est un mélange d'une solution alcaline et d'un agent chélatant. Également, de bons résultats ont été obtenus par un trempage dans une solution acide. L'optimisation des temps de trempage permettra de diminuer la fréquence des lavages. D'autres produits chimiques sont utilisés selon les besoins. Aussi à l'occasion, en cas d'accumulation de composés inorganiques (p. ex., calcium, fer), une solution acide est utilisée. Le nettoyage mécanique est fait à l'aide d'une centaine de balles spongieuses qui agissent telles des brosses sur les parois des membranes.

Évaluation des impacts liés à l'utilisation du perméat sur le procédé et les équipements de fabrication de carton

La caractérisation des eaux de procédé et l'établissement d'un bilan informatisé ont permis de déterminer les effets du fonctionnement de l'unité d'ultrafiltration sur le procédé de fabrication du carton. Lors de fonctionnement en circuit fermé, c'est-à-dire sans production d'effluent, les principales conséquences étaient l'augmentation de la teneur en solides dissous et en certains métaux dans les eaux blanches. L'efficacité de l'unité d'ultrafiltration pour l'enlèvement des MES dépasse 97 %. De plus, lorsque l'unité d'ultrafiltration fonctionnait, le débit de l'effluent de l'usine était significativement réduit et variait d'un effluent 0 à 2,2 m^3/t.m. de produit, et cela par rapport à un effluent habituel de 3,3 m^3/t.m. L'utilisation de l'eau ultrafiltrée pour les douches des feutres de la machine à carton n'a produit aucun colmatage et n'a pas réduit la pression des douches. De plus, aucune usure prématurée des feutres n'a été observée. Des essais ont été effectués en laboratoire sur l'utilisation du perméat au lieu d'une eau fraîche pour la préparation de la bentonite et pour la dilution d'un polymère et d'un coagulant utilisé chez PKF. Des résultats positifs ont été enregistrés pour ce qui est de la préparation de la bentonite. Des essais en usine seront conduits pour tirer des conclusions définitives. Enfin, un suivi des tests de qualité du carton produit avant et après la mise en marche de l'unité d'ultrafiltration a été effectué. Or, jusqu'à maintenant, peu de variations des caractéristiques du carton ont été enregistrées par rapport aux normes de qualité de l'usine PKF. Les faibles variations ont été attribuées à des variations de la matière première.

TABLEAU 1.
PARAMÈTRES D'OPÉRATION DE L'UNITÉ D'ULTRAFILTRATION

Eaux d'alimentation	Eaux blanches
Température moyenne	44 °C
Q alimentation	300 GUSPM
Q perméat max	125 GUSPM
Q concentré min	175 GUSPM
Taux de récupération	30-40 %
Pression entrée optimale	85 psi
Pression sortie optimale	26 psi
Temps de colmatage	72 à 120 h

POTENTIEL ET LIMITES

L'utilisation d'une unité d'ultrafiltration pour permettre la fermeture de circuits d'eaux dans une usine de fabrication de carton a démontré de bons résultats. L'effluent zéro a en effet été atteint lorsque l'unité d'ultrafiltration fonctionnait, sans pour cela nuire aux opérations de l'usine.

Les principaux avantages de cette technologie sont une réduction significative de l'effluent (et conséquemment des coûts de traitement des eaux), de la consommation de vapeur (baisse des coûts énergétiques) et la réutilisation maximale des fibres (recyclage optimal du concentré). L'ultrafiltration semble donc un bon choix pour les usines qui désirent passer à un fonctionnement en circuit fermé.

Cependant, l'utilisation de certains produits dans le procédé de fabrication peut accélérer le colmatage des membranes. Des essais sur une unité pilote devraient être conduits au préalable. La recherche de solutions de lavage efficace pour l'unité d'ultrafiltration doit être poursuivie afin d'en optimiser son temps de fonctionnement.

Il est possible de raccourcir le temps de lavage des membranes en employant une deuxième cuve de lavage et en utilisant de l'eau chaude d'une bonne qualité.

De plus, l'installation d'un injecteur automatique de balles spongieuses facilitera l'opération du nettoyage mécanique. Cela permettra d'augmenter la fréquence de ce nettoyage préventif tout en réduisant sa durée.

INFORMATIONS

Cette fiche a été rédigée à partir des résultats d'un projet d'adaptation technologique, réalisé conjointement par Denis Darveau inc., Papier Kingsey Falls, division de Cascades inc., le Service Environnement de Cascades inc., le Centre de Recherche et de Développement de Cascades inc. et Cascades inc., Traitement des eaux.

Le projet a reçu un appui financier et technique d'Environnement Canada et de Développement économique Canada (Québec).

Pour plus d'informations, s'adresser à :

Environnement Canada
Éco-innovation
technologique

M. Pierre Sylvestre, ing., M.Sc.A.
Tél. : (514) 496-6851
Courrier électronique :
pierre.sylvestre@ec.gc.ca

Cascades inc.

M. Claude Audet
Directeur Environnement
Tél. : (819) 363-5702
Courrier électronique :
environnement@cascades.com

Les Entreprises
Denis Darveau inc.

M. Jean-Daniel Vachon
Directeur
Tél. : (819) 344-2288
Courrier électronique :
info@darveau.qc.ca

TECHNOLOGIES Saint-Laurent

Les fiches d'information Technologies Saint-Laurent sont destinées aux entreprises, industries, organismes et personnes qui s'intéressent aux nouvelles technologies environnementales. Elles sont produites par la Section Éco-innovation technologique, Environnement Canada, dans le cadre de Saint-Laurent Vision 2000. Elles servent à diffuser les résultats obtenus lors des projets de développement et de démonstration technologiques réalisés dans les cinq secteurs suivants : eaux usées industrielles, sols contaminés, déchets dangereux, sédiments contaminés et outil novateur.

Vous pouvez obtenir les fiches en vous adressant à :
Environnement Canada
Section Éco-innovation technologique
105, rue McGill, 4e étage
Montréal (Québec) H2Y 2E7
Tél. : (514) 496-6851
1-800-463-4311

Publications disponibles sur La Voie verte :
http://www.qc.ec.gc.ca/protect/francais/eco_innovation/eco_accueil.htm

Production :
Suzie Thibodeau

Rédaction :
Pierre Sylvestre
Jean-Daniel Vachon
Caroline Cormier

Mise en page :
Christine LePage
Suzie Thibodeau

Révision du texte :
Monique Simond
Christine LePage

Impression :
Image Créative Inc.

Publié avec l'autorisation du ministre de l'Environnement
© Ministre des Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 1999
N° de cat. : En 1-17/37-1999F
ISSN : 1188-7990
ISBN : 0-662-83428-3

Janvier 1999

Also available in English under the title :
Introduction of the ultrafiltration process to a pulp and paper mill

Canada